

Ein Astronom mit Hang zum Wasser

Sehr genaue Kalender für einen großen Herrscher

Mit Wasser hat er es, dieser Astronom. Einer frühen außereuropäischen Hochkultur. Seinen beruflichen Aufstieg verdankt er dem feuchten Element, beziehungsweise genauer: seiner souveränen Handhabung desselben. Schon als Jugendlicher konstruiert er eine Wasseruhr.

Als Enkel eines für seine Gelehrsamkeit auf vielen Gebieten bekannten Mannes darf er bei einem anderen Gelehrten studieren. Und früh findet er einen Freund, der ihn in die allerhöchsten Kreise einführt. Hier überzeugt er durch Leistung, zum Beispiel beim Wiederaufbau einer weggeschwemmten Brücke. Wenig später darf er sich auf einer Rundreise über die Wasserversorgung im Reich informieren. Der Khan verlagert zu diesem Zeitpunkt seine Residenz, und der Astronom, der vor allem als Wasserbauingenieur arbeitet, soll durch eine geschicktere Anbindung

der neuen Hauptstadt die Gesamtwasserlage verbessern. Er tut daraufhin eine geeignete neue Quelle auf und verlängert einen Kanal, zur großen Zufriedenheit nicht nur des Herrschers.

Darüber hinaus soll er einen neuen Kalender erstellen. Er teilt dem Khan mit, die »grundlegende Methode« dabei sei, »Beobachtungen und Überprüfungen der astronomischen Veränderungen auszuführen«. Umgehend baut er 17 Instrumente, von denen 13 in dem neu gebauten und von ihm geleiteten Observatorium der Hauptstadt aufgestellt werden und vier portabel bleiben, damit sie an geeigneten Stellen in dem Riesenreich eingesetzt werden. Es sind Kleinigkeiten, die der Gesuchte dabei verbessert: Sein Schattenzeiger, im Prinzip ein Gnomon, hilft ihm, durch die Länge des Schattenwurfs Sommer- und Wintersonnenwende zu bestimmen. Die

Preisausschreiben: Unter allen Lesern, die den Namen der beschriebenen Persönlichkeit per E-Mail an wer-wars@sterne-und-weltraum.de schicken, verlosen wir ein Exemplar des Buchs »Es ist an der Zeit« aus dem Springer-Spektrum-Verlag. Einsendeschluss ist der **7. Februar 2020**. Bitte beachten Sie unsere Teilnahmebedingungen auf Seite 14!

Idee ist antik, der Gesuchte verbessert sie, indem er ein kleines Loch einbaut und so eine Art Lochkamera einführt, mit der er den Schatten auf eine Messskala projiziert.

Der Khan jedenfalls ist zufrieden: Mit dem neuen Kalender will er unterstreichen, dass mit seiner Herrschaft zugleich ein neues Zeitalter anbricht. Auch der Khan ist übrigens der Enkel eines überragenden Großvaters: Dessen Erbe, ein Riesenreich, muss er einerseits zusammenhalten, was bedeutet, dass er sich gegen zahlreiche männliche Verwandte durchsetzen muss; andererseits versucht er auch noch, sein Herrschaftsgebiet zu vergrößern. Er ist nicht unumstritten dabei. Vor allem die Verlegung der Hauptstadt trägt ihm den Vorwurf ein, er wolle das Land »sinisieren«.

Geht es dem Khan bei seinem Kalenderauftrag also mehr um eine politische Aussage als um eine astronomisch basierte wissenschaftliche Reform? Jedenfalls bleibt der Kalender unseres Astronomen bis in die Ming-Zeit in Gebrauch, sicher auch auf Grund seiner überragenden Genauigkeit.

Über das Privatleben des Mannes ist heutzutage fast nichts mehr bekannt. Man weiß, dass er zwei mathematische Werke verfasst hat. Das Reich, in dem er lebt und dient, ist dank des Herrschers in Sachen internationaler wissenschaftlicher Vernetzung ganz gut aufgestellt: Persische und arabische Astronomen sind in einer eigens eingerichteten Akademie willkommen. Ob der gesuchte Astronom auch mit einem berühmten westlichen Reisenden zusammentrifft, ist nicht klar: Der Besuch Marco Polos am Hof des Khans fällt jedenfalls in die Lebzeiten des Astronomen und Wasserbauingenieurs, dem zu Ehren 2012 ein Asteroid benannt worden ist. **TINA HEIDBORN**

Kreuzworträtsel

Fred Goyke

Sternschnuppe	▼	Linienmaterial	▼	▼	Kühlelement	zwei Sternbilder	Sternbild Phönix (int. Abk.)	▼	▼	alternative Planetenkamera	Albert-Einstein-Institut (Abk.)
▼	▼	▼	1	▼	Bochumer Astronomiekongress	▼	▼	4	▼	▼	▼
Turbulenzstruktur der Atmosphäre	▼	▼	▼	▼	▼	▼	Schwerkrafteffekt	▼	▼	▼	9
Asteroid Nr. 23	▼	Sternbild mit den Plejaden	▼	▼	7	▼	Wellenlängenbereich von FAST	3	▼	entdeckte 51 Pegasi b mit (Vorname)	▼
Farbe von Mira	▼	▼	▼	britischer Pionier der Fotografie	iranischer Satellit von 2011	▼	▼	▼	▼	William Parsons (Lord ...)	▼
▼	▼	▼	▼	▼	▼	Geländeformation auf dem Erdmond	ehem. Raumstation	▼	▼	2	▼
▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼
Impaktergebnis	Einheit für die Filmempfindlichkeit	▼	turbulenzarme Luft	10	▼	▼	▼	▼	griech. Göttin der Erde	▼	▼
▼	▼	▼	▼	▼	Symbol für Molybdän	Oase (engl.)	▼	▼	▼	▼	▼
Gienahs Sternbild entgegen NW	▼	▼	UTC+1	8	▼	Kfz-Zeichen für Zschopau	▼	▼	Symbol für Einsteinium	6	▼
erlaubt den Flug von Libelle auf Titan	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼
▼	▼	▼	5	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼



Unter allen Lesern, die uns das richtige Lösungswort aus den eingekreisten Buchstaben per Mail an kwr@sterne-und-weltraum.de schicken, verlosen wir ein Exemplar des Buchs »Unendliche Neugier« von Michael Springer. Einsendeschluss ist der **7. Februar 2020**. Bitte beachten Sie unsere Teilnahmebedingungen auf Seite 14!

Viel Spaß beim Knobeln!



Zum Nachdenken

Lösung zu »Die 15-Parsec-Lobes und Kamine der Galaxis« aus SuW 12/2019

Aufgabe 1: Im Zentrum unseres Milchstraßensystems weisen zwei 15-Parsec-Lobes genannte Plasmabereiche nach Norden und Süden von der galaktischen Ebene weg. Mit den Röntgensatelliten XMM-Newton und Chandra ließen sie sich bei Energien von $E_{15} = k T_{15} = 0,7$ bis 1 keV nachweisen ($1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$, Boltzmann-Konstante $k = 1,3806 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$). Diesem Bereich entsprechen Temperaturen $T_{15} = E_{15}/k$ zwischen 8,12 und 11,6 Millionen Kelvin.

Aufgabe 2: Mit der Schallgeschwindigkeit $v_s = 500 \text{ km/s}$ folgt die Schallquerungszeit t_{15} der $d_{15} = 15 \text{ pc}$ großen Lobes zu

$$t_{15} = d_{15}/v_s = 9,26 \cdot 10^{11} \text{ s} \\ = 29\,300 \text{ Jahre.}$$

Dies ist die Zeit, die das Gas mindestens benötigt, um sich zu vermischen.

Aufgabe 3: Mittelt man die Gesamtenergie $E_{th} = 6 \cdot 10^{43} \text{ J}$ in den Lobes über die Schallquerungszeit, so ergibt sich eine mittlere Leuchtkraft von

$$L_{15} = E_{th}/t_{15} = 6,48 \cdot 10^{31} \text{ W} \\ = 168\,500 L_{\odot}.$$

Das ist die Leuchtkraft eines ziemlich großen Kugelsternhaufens.

Aufgabe 4: Wird im Mittel alle tausend Jahre (Δt) ein Stern im Schwerfeld des extrem massereichen Schwarzen Lochs im Zentrum unseres Milchstraßensystems zerrissen und liegt die dabei freigesetzte Energie bei $E_* = 10^{45} \text{ J}$, so folgt daraus die mittlere Leuchtkraft

$$L_{sp} = E_*/\Delta t = 3,17 \cdot 10^{34} \text{ W} \\ = 8,24 \cdot 10^7 L_{\odot}.$$

Unter den genannten Voraussetzungen übertrifft die im Umfeld des Schwarzen

ZUM NACHDENKEN

Die Aufgabe dieses Hefts finden Sie auf Seite 22.



Lochs freigesetzte Leuchtkraft die zur Speisung der Lobes erforderliche um einen Faktor $L_{sp}/L_{15} = 489$ und reicht bei Weitem aus.

Kamine: 1) Mit einer Ausdehnung von $d_K = 160 \text{ pc}$ sind die Kamine der Galaxis deutlich größer als die 15-Parsec-Lobes. Dem Energiebereich $E_K = 0,7$ bis $0,8 \text{ keV}$ entsprechen Gastemperaturen zwischen $T_K = E_K/k$ zwischen 8,12 und 9,28 Millionen Kelvin. **2)** Die Schallquerungszeit ist $t_K = d_K/v_s = 9,87 \cdot 10^{12} \text{ s} = 313\,000 \text{ Jahre.}$

3) Die Leuchtkraft der Kamine liegt bei $L_K = E_{th,K}/t_K = 4,05 \cdot 10^{32} \text{ W} = 1,05 \cdot 10^6 L_{\odot}.$

4) Dient zur Speisung der Leuchtkraft der Kamine die gleiche Energiequelle, so reicht sie mit $L_K/L_{sp} = 78$ auch hier zur Speisung aus. AXEL M. QUETZ

Zum Nachdenken – Richtige Lösungen sandten ein:

Anette Anastasakis, Sandhausen; Elisabeth Arnold, Essenbach; Ilse Blümel, Obertraubling; Brigitte Lindner, A-Wien; Katrin Stauch, Coswig; Sieglinde Übermayer, A-Weikendorf; Cornelia Wiberg, Werl; Margit Zink, Wendlingen; L. Ammersbach, Bad Kissingen; W. Balzer, Hattingen; H. Baudisch, A-Wien; G. Bauer, Farchant; M. Bauer, Wuppertal; O. Bechmann, Velpke; K. Beier, Reichling; I. Bischoff Montenegro, Karlsruhe; W. Blindin, Hünfelden-Kirberg; A. Borchardt, Augsburg; P. Borchardt, Augsburg; Elias u. Jens Peter Bork, Potsdam; A. Braig, Lappersdorf; M. Brandenberger, CH-Rorschacherberg; G. Breitkopf, Berlin; R. Burgmeier, Regensburg; R.-R. Conrad, Hannover; T. Cremer, Frankfurt; A. Dannhauer, Illsenburg; H.-P. Distler, Henstedt-Ulzburg; J. Döblitz, Stuttgart; H. Fischer, A-Frauenkirchen; M. Fischer, Emskirchen; N. Forbrig, Lichtenstein; G. Forster, Heidelberg; E. Franz, Kleinwallstadt; M. Geisel, Lörrach; J. Glattkowski, Dielheim; H. Göbel, Lörrach; F. Götz, Gummersbach; M. Gottschalk, Konstanz; M. Grasshoff, Schongau; G. Grauf, Augsburg; J. Groß, Barterode; B. Grosse, Brandenburg an der Havel; S. Große, Oldenburg; J. Th. Grundmann, Bremen; A. Güth, Zell u. A.; R. Guse, Peine; F. Hänel, Freiberg; J. Haller, Leverkusen; D. Hansen, Langwedel; W. Hauck, Hagen; D. Hauße, Frankfurt am Main; J. Haun, Bochum; H. Hauser, Ulm; F. Heimerl, Gilching; D. Henne, Köln; H.-D. Hettstedt, Isernhagen; A. Heuser, Euskirchen; W. Heydrich, Emmendingen; J. Hingsammer, Altdorf; L. Hitzky, L-Walferdange; J. Hochheim, Lutherstadt Eisleben; E. Hoffmeister, Bad Honnef; Chr. Hollenbeck, Mönchengladbach; H. Holz, Neuried; A. Huss, Stuttgart; T. M. Jung, Eurasburg; M. Kaschke, Oberkochen; F. Kaul, Dittellbrunn; J. E. Keller, Ketsch; P. Kirsch, Alinz; L. Kirschhock, Pommelsbrunn; M. Klein, Altdorf; N. Klingler, CH-Oerlingen; F.-G. Knell, Hahnau; H. Knopf, Baden-Baden; M. Kobusch, Wendeburg; K.-M. Köppl, Krefeld; M. Kretzler, Wilhelmshof; B. Kuhn, Sulzbach/Main; G. Kunert, Chemnitz; N. Kuntz, Wildeshausen; O. G. Kuntze, Marburg; H.-P. Lange, Massenhausen; J. Lan-

ge, Hamm; W. Lehmann, Muldestausee; B. Leps, Berlin; R. Lettau, Friedberg; P. Matzik, Burscheid; S. Maurer, Backnang-Maubach; Th. Meisner, Immenstaad; G. Minich, Reppenstedt; N. Moebs, Stuttgart; L. Mörbauer, A-Hainburg an der Donau; F. Morherr, Dresden; A. Moritz, Ehringshausen; K. Motl, Geretsried; Z. M. Nagel, Mainz; J. Nendwich, A-Wien; Chr. Netzel, Aachen; B. Ohse, Tübingen; Chr. Overhaus, Borken; G. Pannach, Braunschweig; H. Pavlicek, Horb; Chr. Petersen, Drochtersen; G. Philipp, Jena; F. Pietsch, Schwülper; W. Polanec, CH-St. Stefan an der Gail; G. Portisch, Bretten; R. Prager, A-Gänserndorf; B. Quednau, Langenberg; J. Rahm, Bingen; A. P. Rauch, Rosdorf; H. Reich, München; A. Reinders, Ravensburg; A. Richter, Leonberg-Höfingen; H.-W. Richter, Dortmund; W. Rockenbach, Biebrich; K. Rohe, Glonn; A. Sauerwald, Bottrop; F. Schauer, Kirchzarten; F. Schechter, Berlin; F. Scherie, Ennepetal; R. H. Schertler, A-Braunau am Inn; M. Schiffer, Überlingen; A. Schirmer, Munster; Th. Schler, CH-Zürich; S. Schlundt, Kiel; B. Schmalfeldt, Aumühle; R.-G. Schmidt, Recklinghausen; J. Schnichels, Euskirchen; G. Scholz, Essingen; H.-J. Schreyer, Kehlbach; J. Schröder, Grevenbroich; E. Schroeder, Norderstedt; P. J. Schüngel, CH-Regensdorf ZH; S. Schuler, Püttlingen; R. Schuster, Altenkunstadt; W. Schwab, Heidelberg; K. Seng, Oberschleißheim; M. Senkel, Kirchseeon; U. Seydel, Niedergörsdorf; D. Siefert, Hameln; M. Sipahi, Hameln; O. Slawitzki, Nürnberg; R. Spurny, A-Wien; R. E. Stranzenbach, Witten; E. Streuerwitz, A-Wien; K. Teichmann, Timmendorfer Strand; U. Thiel, Kaiserslautern; A. Thiele, Aachen; P. Vogt, Sörup; G. Wahl, Erolzheim; A. Wankel, Maisach; M. Watzdorf, München; H.-G. Wefels, Duisburg; S. Weidner, Fellbach; Chr. Weis, Scheidegg; B. Wichert, Neu-Wulmstorf; L. Wiest, Walldorf; R. Windt, Beverstedt; N. Würfl, Sulzbach; A. Zeh-Marschke, Eggenstein-Leopoldshafen; M. Ziegler, A-Wien; C. Zille, Georgenberg; Chr. Zorn, Korntal-Münchingen.

Insgesamt 166 Einsendungen

Sie war's im Januar:

Es war Sophie Brahe, geboren im August oder September 1559 auf Schloss Knutstorp im dänischen Schonen, gestorben 1643 in Helsingor. Die um 13 Jahre jüngere Schwester von Tycho Brahe Sophie war das jüngste der zwölf Kinder des einflussreichen adligen Ehepaars Otto und Beate Brahe. Der Vater war zeitweise Gouverneur von Helsingor, die Mutter Oberhofmeisterin der Königin.

Sophie beherrschte neben Dänisch auch Deutsch. Sie hatte umfassende naturwissenschaftliche Kenntnisse, die sie sich zum Teil selbst angeeignet hatte, teilweise hatte ihr älterer Bruder Tycho sie unterrichtet. Zu viel Bildung und wissenschaftliche Beschäftigung galt in adligen Kreisen nichts: Schon Tycho musste seine astronomischen Kenntnisse teilweise gegen den Willen der Verwandtschaft erlangen. Ein adliges Mädchen, das sich für Medizin, Chemie, Astronomie und Astrologie interessierte, war noch weit ungewöhnlicher und muss mit einigen Schwierigkeiten zu kämpfen gehabt haben.

Bereits als Jugendliche arbeitete Sophie mit Tycho auf der von ihm ge-

»Zum Nachdenken« im Web

Einige Tage vor der Auslieferung des gedruckten Heftes lässt sich unter www.sterne-und-weltraum.de/aktuell/ das aktuelle »Zum Nachdenken« als PDF finden. Ältere Fassungen: Menü → Archiv → Sterne und Weltraum → Jahrgang → Ausgabe.

Einsendungen

■ Lösungen werden als Brief, Fax (06221 528-377) und als PDF an die E-Mail-Adresse zum-nachdenken@sterne-und-weltraum.de akzeptiert. ■ Die Redaktion empfiehlt, Namen und Anschrift auf dem Lösungsblatt zu notieren. ■ Lösungen, die nach dem angegebenen Stichtag eintreffen, können leider nicht berücksichtigt werden.

Beginn der 39. Runde

Mit dem Juni-Heft begann die neue Runde »Zum Nachdenken«. Sie endet mit der Ausgabe im Mai-Heft 2020. Löser mit mindestens neun richtigen Einsendungen nehmen an der Preisverlosung teil. Zu gewinnen sind wieder attraktive Hauptpreise (siehe rechts). Viel Spaß beim Nachdenken! AMQ

Hauptpreis der 39. Runde

Die Firma Hofheim Instruments, Hofheim, hat für die 39. Runde ihren **8-Zoll-Leichtbau-Reisedobson** im Wert von 1130 € als Preis ausgelobt. Zusammengepackt ist es ein nur 8 Kilogramm leichtes Handgepäckstück, aufgebaut ein leistungsstarker 8-Zoll-f/4-Newton in Gitterbauweise auf einer klassischen Dobson-Montierung. Das einfach zu handhabende Gerät ist stabil und solide aus Aluminium, Edelstahl und Birke-Multiplexholz gefertigt. Aus dem umfangreichen Zubehörprogramm erhält der Gewinner Zubehör im Wert von 230 €: einen Leuchtpunktsucher, ein Friktionssystem, einen 1,25-Zoll-Adapter und einen Laser-Kollimator. www.hofheiminstruments.com



2. Preis

Explore Scientific stiftet ihre Montierung EXOS2-Goto PMC8 im Wert von 799 €. Die Montierung besitzt eine völlig neu entwickelte GoTo-Steuerung. Sie besteht aus einer robusten WiFi-Controller-Einheit, welche alle notwendigen Schnittstellen bereitstellt. Die Steuerung unterstützt den Mikroschritt-Betrieb zur präzisen Nachführung. Zur Steuerung der Montierung per WiFi lassen sich Tablets, Notebooks und Desktop-PCs mit mindestens sieben Zoll großem Display verwenden. www.bresser.de



Sophie Brahe

bauten, ausgestatteten und betriebenen Sternwarte Uraniborg auf der Insel Ven zusammen. Hier entdeckte er (mit ihr?) im November 1572 einen neuen Stern im Sternbild Kassiopeia (die erste Supernova) und im Jahr 1577 eine Kometen. An der Erstellung eines Fixsternkatalogs war Sophie relativ sicher beteiligt sowie an der Herstellung von Horoskopen.



Porträt von Sophie Brahe (1559–1643)

Im Jahr 1579 heiratete Sophie Otto Thott – einige Quellen sprechen von einer erzwungenen Hochzeit – ein Jahr später gebar sie den Sohn Tage. Auf dem Landsitz ihres Gatten legte sie nach neuesten botanischen Erkenntnissen einen Garten an. Sie half Verwandten und Freunden, aber auch der ansässigen Landbevölkerung mit Heilkunde und Heilkräutern.

Bei zahlreichen Besuchen auf Uraniborg ging sie weiterhin Tycho zur Hand, bis dieser 1597 Dänemark verließ. In Uraniborg machte Sophie auch die Bekanntschaft des Alchemisten Erik Lange, der ein Freund Tychos war. Nach zehnjähriger Verlobungszeit heirateten sie 1602, Lange starb 1613. Sophie starb mit Mitte Achtzig, vier Jahrzehnte nach ihrem Bruder Tycho.

Es ist auf Grund fehlender Quellen schwierig zu ermessen, wie viel Sophie Brahe wissenschaftlich leistete und welchen Anteil sie an der Forschung ihres Bruders hatte. Tycho, der ein überaus schwieriger Charakter gewesen sein muss, sprach jedenfalls in den höchsten Tönen von ihr und widmete ihr und ihrem zweiten Ehemann Erik Lange sein auf lateinisch verfasstes Gedicht »Titania Urani«. TINA HEIDBORN

Kreuzworträtsel

Lösung aus SuW 12/2019: Standardkerze

S	E	G B
H O C H L A N D	R E D	
A P O O E I S E N		
H F L A R E N N O		
L I B R A G A Z U R		
U E A I T N E B		
E C L I P S E U E I		
H Y A S C K R T		
U R C E P H E I D E		
S A T E L L I T E R		

Gewinner aus Heft 12/2019

Gewinnspiel: Buch »Mensch und Universum«: Yvonne Reißland, Gotha. 279 richtige, 22 falsche Einsendungen. Lösung: 1c, 2b, 3b.

Wer war's?: Buch »Quirky Quarks«: Guido Frede, Wiehl. 230 richtige Einsendungen.

Kreuzworträtsel: Buch »Unendliche Neugier«: Sabrina Zander, Kelkheim. 291 richtige Einsendungen.

Herzlichen Glückwunsch!